

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年5月6日 (06.05.2004)

PCT

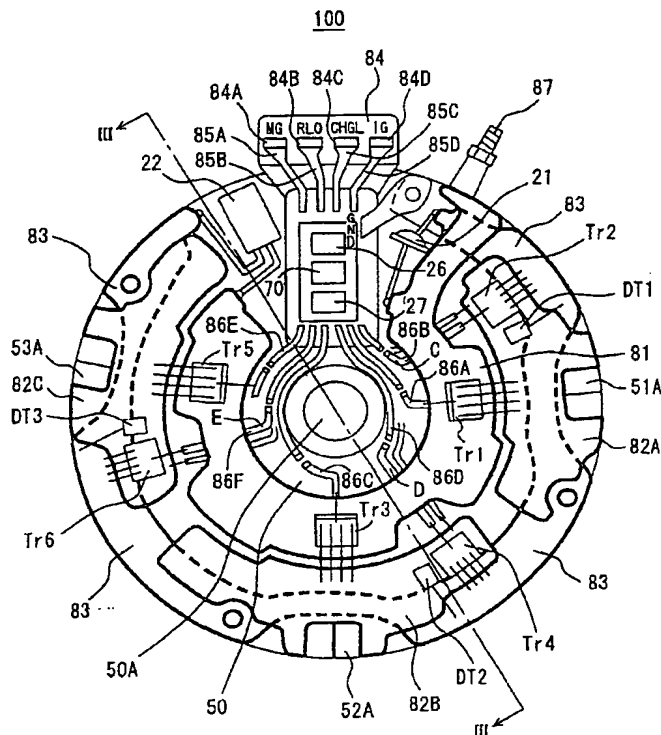
(10) 国際公開番号  
WO 2004/038896 A1

- (51) 国際特許分類: H02K 19/36 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011524
- (22) 国際出願日: 2003年9月9日 (09.09.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久須美 秀年 (KUSUMI, Hidetoshi) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-313009 2002年10月28日 (28.10.2002) JP  
特願 2002-313924 2002年10月29日 (29.10.2002) JP  
特願 2002-313925 2002年10月29日 (29.10.2002) JP  
特願 2003-203214 2003年7月29日 (29.07.2003) JP
- (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒530-0054 大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, US.

(続葉有)

(54) Title: GENERATOR-MOTOR

(54) 発明の名称: 発電電動装置



(57) Abstract: A generator-motor (100) comprising a control circuit (20) provided on the end face of a motor (50). The control circuit (20) comprises a Zener diode (21), a capacitor (22), a phase U arm (23), a phase V arm (24), and a phase W arm (25). The Zener diode (21), the capacitor (22), the phase U arm (23), the phase V arm (24) and the phase W arm (25) are connected in parallel between a positive bus (L1) and a negative bus (L2). The Zener diode (21) absorbs a surge voltage being applied to the capacitor (22), the phase U arm (23), the phase V arm (24) and the phase W arm (25).

(57) 要約: 発電電動装置 (100) は、制御回路 (20) を備える。制御回路 (20) は、モータ (50) の端面に設けられる。そして、制御回路 (20) は、ツェナーダイオード (21) と、コンデンサ (22) と、U相アーム (23) と、V相アーム (24) と、W相アーム (25) とを含む。ツェナーダイオード (21)、コンデンサ (22)、U相アーム (23)、V相アーム (24) およびW相アーム (25) は、正母線 (L1) と負母線 (L2) との間に並列に接続される。ツェナーダイオード (21) は、コンデンサ (22)、U相アーム (23)、V相アーム (24) およびW相アーム (25) に印加されるサージ電圧を吸収する。

WO 2004/038896 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明細書

## 発電電動装置

## 5 技術分野

この発明は、発電機および電動機として機能し、小型化が可能な発電電動装置に関するものである。

## 背景技術

- 10 車両に搭載されるエンジンを始動する三相電動機の機能と、バッテリーを充電する三相交流発電機の機能とを併せ持つ始動発電機が特開平2-266855号公報に開示されている。

- 図14を参照して、特開平2-266855号公報に開示された始動発電機300は、モータ部301と、駆動部302とを備える。モータ部301は、固定子および回転子を含む。駆動部302は、モータ部301の端面301Aに設けられる。そして、駆動部302は、筒部材302Aと、パワーモジュール302Bとを含む。パワーモジュール302Bは、筒部材302Aの表面に形成される。すなわち、パワーモジュール302Bは、筒部材302Aの半径方向303に垂直な方向、およびモータ部301の回転軸301Bの長手方向304に配置される。
- 20

そして、パワーモジュール302Bは、モータ部301に含まれるコイルに電流を流して回転子が所定のトルクを出力するようにモータ部301を駆動し、モータ部301の回転子がエンジンの回転力により回転することにより3つの固定子に誘起された交流電圧を直流電圧に変換してバッテリーを充電する。

- 25 このように、パワーモジュール302Bは、モータ部301の端面301Aに設けられ、モータ部301を電動機または発電機として駆動する。

また、車両に搭載されるエンジンを始動するとともに、バッテリーを充電する始動兼充電装置が特開昭63-202255号公報に開示されている。図15は、特開昭63-202255号公報に開示されている始動兼充電装置の回路図であ

る。図15を参照して、始動兼充電装置400は、バッテリー310と、キースイッチ320と、電圧調整器330と、界磁コイル340と、クランク角度検出器350と、電機子電流切換回路360と、電機子コイル380とを備える。

5      バッテリー310は、直流電圧を出力する。キースイッチ320は、エンジン（図示せず）の始動時、e端子側に接続され、エンジンの始動後、d端子側に接続される。

10      電圧調整器330は、抵抗331～333と、ツェナーダイオード334と、トランジスタ335、337と、フライホイールダイオード336とを含む。抵抗331、332は、バッテリー310の正母線PLEと接地ノードGNDとの間に直列に接続される。

抵抗333およびトランジスタ335は、キースイッチ320のd端子と、接地ノードGNDとの間に直列に接続される。トランジスタ335は、コレクタが抵抗333およびトランジスタ337のベースに接続され、エミッタが接地ノードGNDに接続され、ベースがツェナーダイオード334に接続される。

15      ツェナーダイオード334は、ノードN1とトランジスタ335のベースとの間に接続される。フライホイールダイオード336およびトランジスタ337は、正母線PLEと接地ノードGNDとの間に直列に接続される。トランジスタ337は、コレクタが界磁コイル340の一方端に接続され、エミッタが接地ノードGNDに接続され、ベースがトランジスタ335のコレクタに接続される。

20      フライホイールダイオード336は、トランジスタ337の開閉時に発生するサージを吸収する。

界磁コイル340は、一方端がトランジスタ337のコレクタに接続され、他方端がバッテリー310の正母線PLEに接続される。

25      このような回路構成によって電圧調整器330は、発電状態においてバッテリー310から出力される直流電圧を検出し、その検出した直流電圧の電圧値を所定の値に保つように界磁コイル340に流れる界磁電流を調整する。

クランク角度検出器350は、電機子コイル380の各相間のクランク角度を検出し、その検出したクランク角度を電機子電流切換回路360へ出力する。

電機子電流切換回路360は、電流切換制御回路361と、N型MOSトラン

ジスタ 362～367 と、ツェナーダイオード 368～373 とを含む。電流切換制御回路 361 は、キースイッチ 320 の e 端子に接続され、クランク角度検出器 350 からクランク角度を受ける。そして、電流切換制御回路 361 は、e 端子からの直流電圧により駆動され、クランク角度に基づいて N 型 MOS トランジスタ 362～367 をオン／オフさせる信号を生成し、その生成した信号を N 型 MOS トランジスタ 362～367 の各々に出力する。

N 型 MOS トランジスタ 362, 363 は、正母線 PLE と接地ノード GND との間に直列に接続される。N 型 MOS トランジスタ 364, 365 は、正母線 PLE と接地ノード GND との間に直列に接続される。N 型 MOS トランジスタ 366, 367 は、正母線 PLE と接地ノード GND との間に直列に接続される。

N 型 MOS トランジスタ 362, 363 は、N 型 MOS トランジスタ 364, 365 および N 型 MOS トランジスタ 366, 367 と並列に正母線 PLE と接地ノード GND との間に接続される。また、N 型 MOS トランジスタ 362, 364, 366 は、ドレイン端子が正母線 PLE に接続され、ソース端子が N 型 MOS トランジスタ 363, 365, 367 のドレイン端子に接続される。さらに、N 型 MOS トランジスタ 363, 365, 367 は、ドレイン端子が N 型 MOS トランジスタ 362, 364, 366 のソース端子に接続され、ソース端子が接地ノード GND に接続される。

N 型 MOS トランジスタ 362 と N 型 MOS トランジスタ 363 との間のノード N2、N 型 MOS トランジスタ 364 と N 型 MOS トランジスタ 365 との間のノード N3 および N 型 MOS トランジスタ 366 と N 型 MOS トランジスタ 367 との間のノード N4 は、それぞれ、電機子コイル 380 の異なる相に接続される。

ツェナーダイオード 368 は、正母線 PLE とノード N2 との間に N 型 MOS トランジスタ 362 に並列に接続される。ツェナーダイオード 369 は、ノード N2 と接地ノード GND との間に N 型 MOS トランジスタ 363 に並列に接続される。

ツェナーダイオード 370 は、正母線 PLE とノード N3 との間に N 型 MOS トランジスタ 364 に並列に接続される。ツェナーダイオード 371 は、ノード

N3と接地ノードGNDとの間にN型MOSトランジスタ365に並列に接続される。

ツェナーダイオード372は、正母線PLEとノードN4との間にN型MOSトランジスタ366に並列に接続される。ツェナーダイオード373は、ノード  
5 N4と接地ノードGNDとの間にN型MOSトランジスタ367に並列に接続される。

このような回路構成によって電機子電流切換回路360は、バッテリー310から電機子コイル380に流れる直流電流を切換える。

エンジンの始動時、キースイッチ320はe端子に接続され、電機子電流切換  
10 回路360は、クランク角度検出器350からのクランク角度に基づいてN型MOSトランジスタ362～367をオン/オフさせ、バッテリー310から電機子コイル380に流れる直流電流を切換えてエンジンを始動する。

エンジンの始動後、キースイッチ320は、d端子に接続され、N型MOSトランジスタ362～367は、全てオフされる。そして、始動兼充電装置300  
15 は、発電機として動作し、電圧調整器330は、バッテリー310からの直流電圧の電圧値が所定の値になるように界磁コイル340に流す電流を調整し、電機子コイル380が発電した発電電力は、ツェナーダイオード368～373によって直流に変換されてバッテリー310を充電する。

このように、始動兼充電装置300は、エンジンの始動時、エンジンを駆動し、  
20 エンジンの始動後、発電機として動作する。そして、負荷遮断時のサージまたはエンジンの点火系のサージが電機子電流切換回路360に印加された場合、その印加されたサージは、ツェナーダイオード368～373を通して流れる。したがって、N型MOSトランジスタ362～367は、ツェナーダイオード368～373によって保護される。

25 しかし、従来の始動発電機では、パワーモジュールは、回転軸を中心とした半径方向に垂直な方向および回転軸の長手方向に配置されるため、モータの駆動を制御する制御回路を小型化することが困難であるという問題があった。

また、従来の始動発電機においては、パワーモジュールを十分に冷却することができないという問題があった。

さらに、従来の始動兼充電装置においては、界磁コイルおよび電機子コイルを備えるモータを駆動する制御回路は、6個のスイッチング素子と、6個のスイッチング素子に対応して設けられた6個のツェナーダイオードとを含むため、モータを駆動する制御回路をオルタネータの端部に設ける場合、制御回路の全体を小型化できないという問題があった。

#### 発明の開示

それゆえに、この発明の目的は、コンパクトな制御回路を備える発電電動装置を提供することである。

また、この発明の別の目的は、占有面積を低減した制御回路を備える発電電動装置を提供することである。

さらに、この発明の別の目的は、スイッチング素子に対する冷却効果を有する発電電動装置を提供することである。

この発明によれば、発電電動装置は、モータと、制御回路とを備える。モータは、複数の相に対応して設けられた複数のコイルを含み、発電機および電動機として機能する。制御回路は、モータを制御する。

制御回路は、複数のアームと、第1のツェナーダイオードとを含む。複数のアームは、複数のコイルに対応して設けられ、プラス母線とマイナス母線との間に並列接続される。第1のツェナーダイオードは、プラス母線とマイナス母線との間に複数のアームに並列に接続される。

また、複数のアームの各々は、第1および第2のスイッチング素子と、第2のツェナーダイオードとから成る。第1および第2のスイッチング素子は、プラス母線とマイナス母線との間に直列に接続される。第2のツェナーダイオードは、第1のスイッチング素子とマイナス母線との間に第2のスイッチング素子に並列に接続される。

好ましくは、制御回路は、モータに一体的に設けられる。

好ましくは、モータは、車両に搭載されたエンジンを始動し、またはエンジンの回転力により発電する。

好ましくは、発電電動装置は、電子制御ユニットをさらに備える。電子制御ユ

ニットは、制御回路に含まれる複数の第1および第2のスイッチング素子に制御信号を出力する。そして、第1のツェナーダイオードは、電子制御ユニットの近傍に配置される。

5 好ましくは、発電電動装置は、フューズをさらに備える。フューズは、第1のツェナーダイオードのプラス側結線よりも直流電源側に設けられる。

また、この発明によれば、発電電動装置は、モータと、多相スイッチング素子群と、制御回路と、第1および第2の電極板とを備える。モータは、回転子と固定子とを含み、発電機および電動機として機能する。多相スイッチング素子群は、固定子に供給する電流を制御する。制御回路は、多相スイッチング素子群を制御する。第1および第2の電極板は、モータの端面に、モータの回転軸を取り囲むように略U字形状に配置される。そして、制御回路は、略U字形状の切欠部に第1および第2の電極板の面内方向と同じ方向に配置されたセラミック基板上に設けられる。

好ましくは、制御回路は、樹脂モールドされる。

15 好ましくは、発電電動装置は、ツェナーダイオードをさらに備える。ツェナーダイオードは、多相スイッチング素子群をサージから保護する。そして、ツェナーダイオードは、切欠部に配置される。

好ましくは、発電電動装置は、容量素子をさらに備える。容量素子は、直流電源からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を多相スイッチング素子に供給する。そして、容量素子は、セラミック基板と第2の電極板との間に配置される。

好ましくは、発電電動装置は、界磁コイル制御部をさらに備える。界磁コイル制御部は、固定子と異なる界磁コイルへの通電制御を行なう。そして、界磁コイル制御部は、セラミック基板上に配置される。

25 好ましくは、セラミック基板から第1および第2の電極板につながるリードフレームは、第1および第2の電極板と同じ平面内に設けられる。

さらに、この発明によれば、発電電動装置は、モータと、複数のスイッチング素子と、バスバーとを備える。モータは、発電機および／または電動機として機能する。複数のスイッチング素子は、モータに供給される電流を制御する。バス



バーは、複数のスイッチング素子を連結する。そして、バスバーとスイッチング素子との面積比率は、5以上である。

好ましくは、発電電動装置は、緩衝材をさらに備える。緩衝材は、バスバーとスイッチング素子との間に設けられ、バスバーとスイッチング素子との熱膨張差を吸収する。

好ましくは、緩衝材は、銅系またはアルミ系材質からなる。

好ましくは、バスバーは、銅からなる。

好ましくは、バスバーは、モータの端面に設けられ、円弧形状を有する。

好ましくは、バスバーは、第1～第3のバスバーを含む。第1のバスバーは、電源ラインを構成する。第2のバスバーは、モータのコイルに接続される。第3のバスバーは、アースラインを構成する。また、複数のスイッチング素子は、複数の第1のスイッチング素子と、複数の第2のスイッチング素子とを含む。複数の第1のスイッチング素子は、第1のバスバー上に設置される。複数の第2のスイッチング素子は、第2のバスバー上に設置される。発電電動装置は、第1および第2の平面電極をさらに備える。第1の平面電極は、複数の第1のスイッチング素子を第2のバスバーに接続する。第2の平面電極は、複数の第2のスイッチング素子を第3のバスバーに接続する。

この発明による発電電動装置においては、第1のツェナーダイオードは、複数のアームの各々に含まれる第1のスイッチング素子を保護する。つまり、この発明による発電電動装置においては、1個のツェナーダイオードが複数のスイッチング素子を保護する。

したがって、この発明によれば、モータを制御する制御回路を小型化できる。その結果、制御回路をモータの端面に設置できる。

また、この発明による発電電動装置においては、発電機または電動機として機能するモータの駆動を制御する制御回路は、モータの端面に配置された第1および第2の電極板の面内方向と同じ方向に配置される。そして、制御回路の配置は、第1および第2の電極板の略U字形状の切欠部である。

したがって、この発明によれば、制御回路の占有面積を低減できる。

さらに、この発明による発電電動装置においては、モータの固定子に流す電流

を制御する複数のスイッチング素子は、バスバーと同じ材質から成る緩衝材を介してバスバーに固定される。そして、複数のスイッチング素子で発生した熱は、緩衝材または緩衝材および平面電極を介してバスバーへ伝達される。

- 5 さらに、この発明による発電電動装置においては、モータの固定子に流す電流を制御するスイッチング素子の面積と、バスバーの面積との面積比率が5以上に設定される。

したがって、この発明によれば、スイッチング素子を効果的に冷却することができる。

10 図面の簡単な説明

図1は、この発明による発電電動装置の平面図である。

図2Aは、図1に示すMOSトランジスタTr1の平面図であり、図2Bは、図1に示すMOSトランジスタTr1および電極板81、82Aの断面図である。

図3は、図1に示すIII-III線における断面図である。

- 15 図4は、図1に示すIII-III線における他の断面図である。

図5は、図1に示すMOSトランジスタTr1の領域における断面構造図である。

図6は、MOSトランジスタの従来の固定方法を説明するための断面構造図である。

- 20 図7は、MOSトランジスタと電極板との面積比率を計算するための平面図である。

図8は、素子温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係図である。

図9は、図1に示す発電電動装置およびバッテリーの回路ブロック図である。

図10は、この発明による発電電動装置の他の平面図である。

- 25 図11Aは、図10に示すMOSトランジスタTr1の平面図であり、図11Bは、図10に示すMOSトランジスタTr1および電極板81、82Aの断面図である。

図12は、図10に示すMOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係図である。

図 1 3 は、図 1 に示す発電電動装置を備えるエンジンシステムの概略ブロック図である。

図 1 4 は、従来の始動発電機の斜視図である。

図 1 5 は、従来の始動兼充電回路の回路図である。

5

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

図 1 を参照して、この発明による発電電動装置 1 0 0 は、ツェナーダイオード  
2 1, DT 1 ~ DT 3 と、MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 と、電源 2 6 と、  
MOS ドライバ 2 7 と、オルタネータ 5 0 と、カスタム IC 7 0 と、電極板 8 1,  
8 2 A ~ 8 2 C, 8 3 と、基板 8 4 と、端子 8 4 A ~ 8 4 D と、配線 8 5 A ~ 8  
5 D, 8 6 A ~ 8 6 D とを備える。

以下においては、発電電動装置 1 0 0 は、車両停止に伴いエンジンを自動停止  
制御し、次の発進時に自動的にエンジン始動を行なう、いわゆるエコラン（エコ  
ノミーランニングシステムまたはアイドルストップシステム）を採用する自動車  
に搭載されるものとして説明する。

電極板 8 1, 8 2 A ~ 8 2 C, 8 3 および基板 8 4 は、オルタネータ 5 0 の端  
面に形成される。電極板 8 1, 8 2 A ~ 8 2 C は、銅（Cu）からなる。電極板  
8 1 は、略 U 字形状（「円弧形状」とも言う。以下同じ。）を有し、オルタネー  
タ 5 0 の回転軸 5 0 A の周囲に設けられる。電極板 8 2 A ~ 8 2 C は、電極板 8  
1 の外側に電極板 8 1 を取り囲むように設けられる。そして、電極板 8 2 A ~ 8  
2 C は、所定の間隔を空けて配置される。電極板 8 3 は、回転軸 5 0 A からの距  
離が電極板 8 2 A ~ 8 2 C とほぼ同じ位置に配置される。そして、電極板 8 3 の  
一部は、電極板 8 2 A ~ 8 2 C の下に配置される。基板 8 4 は、電極板 8 1 の略  
U 字形状の切欠部に電極板 8 1, 8 2 A ~ 8 2 C, 8 3 の面内方向と同じ方向に  
配置される。

MOS トランジスタ Tr 1, Tr 3, Tr 5 は、電極板 8 1 上に配置され、M  
OS トランジスタ Tr 2 およびツェナーダイオード DT 1 は、電極板 8 2 A 上に

配置され、MOSトランジスタTr 4およびツェナーダイオードDT 2は、電極板8 2 B上に配置され、MOSトランジスタTr 6およびツェナーダイオードDT 3は、電極板8 2 C上に配置される。

5 MOSトランジスタTr 1は、ドレインが電極板8 1に接続され、ソースが電極板8 2 Aに接続される。MOSトランジスタTr 2は、ドレインが電極板8 2 Aに接続され、ソースが電極板8 3に接続される。ツェナーダイオードDT 1は、一方端子が電極板8 2 Aに接続され、他方端子が電極板8 3に接続される。そして、電極板8 2 Aは、オルタネータ5 0のU相コイルの一方端5 1 Aに接続される。

10 MOSトランジスタTr 3は、ドレインが電極板8 1に接続され、ソースが電極板8 2 Bに接続される。MOSトランジスタTr 4は、ドレインが電極板8 2 Bに接続され、ソースが電極板8 3に接続される。ツェナーダイオードDT 2は、一方端子が電極板8 2 Bに接続され、他方端子が電極板8 3に接続される。そして、電極板8 2 Bは、オルタネータ5 0のV相コイルの一方端5 2 Aに接続される。

15 MOSトランジスタTr 5は、ドレインが電極板8 1に接続され、ソースが電極板8 2 Cに接続される。MOSトランジスタTr 6は、ドレインが電極板8 2 Cに接続され、ソースが電極板8 3に接続される。ツェナーダイオードDT 3は、一方端子が電極板8 2 Cに接続され、他方端子が電極板8 3に接続される。そして、電極板8 2 Cは、オルタネータ5 0のW相コイルの一方端5 3 Aに接続される。

したがって、MOSトランジスタTr 1, Tr 2は、電極板8 2 Aを介して電極板8 1と電極板8 3との間に直列に接続される。また、MOSトランジスタTr 3, Tr 4は、電極板8 2 Bを介して電極板8 1と電極板8 3との間に直列に接続される。さらに、MOSトランジスタTr 5, Tr 6は、電極板8 2 Cを介して電極板8 1と電極板8 3との間に直列に接続される。そして、電極板8 2 A  
25 ~8 2 Cは、それぞれ、オルタネータ5 0のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルに接続される。

基板8 4は、セラミック基板からなる。そして、電源2 6、カスタムIC 7 0、

MOSドライバ27および端子84A～84Dは、基板84上に配置される。そして、電源26、カスタムIC70およびMOSドライバ27は、基板84上で樹脂モールドされる。

- 5 端子84Aは、信号M/Gを受け、その受けた信号M/Gを配線85Aを介してカスタムIC70へ出力する。端子84Bは、信号RLOを受け、その受けた信号RLOを配線85Bを介してカスタムIC70へ出力する。端子84Cは、信号CHGLを受け、その受けた信号CHGLを配線85Cを介してカスタムIC70へ出力する。端子84Dは、バッテリー10から出力された直流電圧を受け、その受けた直流電圧を配線85Dを介して電源26へ供給する。
- 10 配線86A～86Fは、基板84から電極板81、82A～82Cへ配線する場合に、回転軸50Aと電極板81との間の空間部において回転軸50Aを取り囲む円周に沿って配置される。そして、配線86Bは、点Cで曲げられ、電極板81の下側を通して電極板82Aまで配線される。また、配線86Dは、点Dで曲げられ、電極板81の下側を通して電極板82Bまで配線される。さらに、配線86Fは、点Eで曲げられ、電極板81の下側を通して電極板82Cまで配線される。
- 15

MOSドライバ27は、配線86A～86Fを介してそれぞれMOSトランジスタTr1～Tr6のゲートへ制御信号を出力する。

- 20 ツェナーダイオード21は、基板84と電極板81、83との間の空間部に配置され、電極板81と電極板83との間に接続される。また、コンデンサ22は、基板84と電極板81、82C、83との間の空間部に配置され、電極板81と電極板83との間に接続される。

- 25 なお、電極板81は、後述する正母線として機能し、その一方端が端子87に接続される。そして、電極板81は、直流電源から出力された直流電圧を端子87を介して受ける。また、電極板83は、後述する負母線として機能する。

図2Aは、図1に示すMOSトランジスタTr1の平面図であり、図2Bは、図1に示すMOSトランジスタTr1および電極板81、82Aの断面図である。図2Aおよび図2Bを参照して、MOSトランジスタTr1は、ゲートG、ソースSおよびドレインDを備える。ゲートGは、配線86Aに接続される。また、

ソースSは、ゲートGの横に配置され、配線GLによって電極板82Aに接続される。したがって、MOSトランジスタTr1は、ゲートGが配線86Aに接続され易く、かつ、ソースSが配線GLによって電極板82Aに接続され易くするために、ゲートGを回転軸50A側に向け、ソースSを電極板82A側に向けて配置される。ドレインDは電極板81に接続される。

MOSトランジスタTr2～Tr6の各々は、MOSトランジスタTr1と同じようにゲートG、ソースSおよびドレインDを備え、MOSトランジスタTr1と同じように配置される。

MOSトランジスタTr1～Tr6のような大型パワー素子においては、上述したように、ゲートGを素子周辺部のある一辺の中央部に設けることが多い。これは、素子外部からの信号入力線をできる限り短くするためと、出力端子用のパッドをできる限り大きくするためである。

したがって、MOSトランジスタTr1～Tr6のドレインDを素子の裏面に設けた場合、ソースSからの配線GLは、ゲートGが存在する側と反対側に取出されるように実装される。

そうすると、MOSトランジスタTr1～Tr6を電極板81、82A、82B、82C上に配置する場合、配線86A、86B、86C、86D、86E、86F、GLを短くするには、ゲートGが回転軸50A側に向き、ソースSが外周側に向くようにMOSトランジスタTr1～Tr6を配置する必要がある。

そして、MOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5は、オルタネータ50の各相コイルに流す電流を制御するインバータの上アームを構成し、MOSトランジスタTr2、Tr4、Tr6は、オルタネータ50の各相コイルに流す電流を制御するインバータの下アームを構成するので、MOSトランジスタTr1～Tr6の配置方向を考慮すると、電極板81を最内周に配置し、電極板82A、82B、82C、83を電極板81の外側に配置するのが、MOSトランジスタTr1～Tr6の冷却効率を高くし（MOSトランジスタTr1～Tr6をオルタネータ50の端面の内周側に配置した方が外部からオルタネータ50に吸入される空気流によってMOSトランジスタTr1～Tr6を冷却できる。）、または配線86A、86B、86C、86D、86E、86F、GLを短くする観点か

ら最良である。

また、電極板 8 3 の配置に関しては、電極板 8 3 は、負母線を構成するものであり、オルタネータ 5 0 のカバーまたはフレームに接続して接地することも可能であるので、最外周側に配置するのが効率的である。

- 5       したがって、電極板 8 1 を最内周に配置し、電極板 8 2 A, 8 2 B, 8 2 C, 8 3 を電極板 8 1 の外側に配置することにしたものである。

- 図 3 は、図 1 に示す I I I - I I I 線における断面から見たオルタネータ 5 0 の断面構造図である。図 3 を参照して、回転軸 5 0 A にロータ 5 5 が固定され、ロータコイル 5 4 がロータ 5 5 に巻回される。固定子 5 6, 5 7 がロータ 5 5 の  
10       外側に固定され、U 相コイル 5 1 が固定子 5 6 に巻回され、V 相コイル 5 2 が固定子 5 7 に巻回される。なお、図 3 においては、W 相コイルが巻回された固定子は省略されている。

- 回転軸 5 0 A の一方端には、プーリ 1 6 0 が連結されており、プーリ 1 6 0 は、オルタネータ 5 0 が発生したトルクをベルトを介してエンジンのクランク軸または補機類へ伝達するとともに、エンジンのクランク軸からの回転力を回転軸 5 0  
15       A に伝達する。

- プーリ 1 6 0 が連結された回転軸 5 0 A の一方端と反対側の他方端側には、電極板 8 1, 8 3 が回転軸 5 0 A を取り囲むように配置される。また、ブラシ 5 8 が回転軸 5 0 A に接するように配置される。基板 8 4 が回転軸 5 0 A の上側に設置され、コンデンサ 2 2 が基板 8 4 の手前に配置される。  
20

- 電極板 8 1 を挟んでコンデンサ 2 2 と反対側に MOS トランジスタ 4 0 が設置される。MOS トランジスタ 4 0 は、ドレインが電極板 8 1 に接続され、ソースがロータコイル 5 4 に接続される。オルタネータ 5 0 が発電するとき、その発電量は、ロータコイル 5 4 に流れるロータ電流によって決定される。したがって、  
25       MOS トランジスタ 4 0 は、オルタネータ 5 0 が指令発電量を発電するために必要なロータ電流をロータコイル 5 4 に流す。

このように、オルタネータ 5 0 の発電量を決定するロータ電流を制御する MOS トランジスタ 4 0 は、B 方向から見た場合に基板 8 4 の裏側に配置される。

図 4 は、図 1 に示す I I I - I I I 線における断面から見た電極板 8 1, 8 2

B, 82C, 83等の配置を示す断面図である。図4を参照して、回転軸50Aの左側には、配線86C, 86E, 86Fが配置され、電極板81, 82C, 83は、配線86C, 86E, 86Fの外周側に順次配置される。そして、配線86C, 86E, 86Fおよび電極板81, 82Cは、同一平面内に配置される。

- 5 電極板83は、配線86C, 86E, 86Fおよび電極板81, 82Cよりも下側に配置され、電極板83の一部は、電極板82Cと重なる。

- 回転軸50Aの右側には、配線86Dおよび電極板81, 82B, 83が順次配置される。配線86Dの一部および電極板81, 82Bは、同一平面内に配置される。電極板83は、配線86Dの一部および電極板81, 82Bよりも下側に配置され、電極板83の一部は、電極板82Bと重なる。MOSトランジスタTr4は、電極板82B上に配置される。配線86Dは、点Dまでは回転軸50Aを取り囲むように回転軸50Aと電極板81との間に配置され（図1参照）、点Dで曲げられた後、電極板81の下側を通してMOSトランジスタTr4のゲートに接続される。

- 15 図5は、図1に示すMOSトランジスタTr1が配置された領域の断面図を示す。図5を参照して、緩衝材812は、半田811により電極板81に接着される。そして、MOSトランジスタTr1は、半田813によって緩衝材812に接着される。緩衝材812は、銅（Cu）または銅-モリブデン、銅-タングステンなどの銅系の材料からなり、その厚さは、0.1～2.0mmの範囲である。
- 20 つまり、緩衝材812は、電極板81と同じ材質からなる。また、半田811, 813は、PbフリーのAg-Cu-Sn系の半田である。そして、緩衝材812は、電極板81とMOSトランジスタTr1との間の熱膨張差を吸収する。したがって、MOSトランジスタTr1が動作することにより温度が上昇し、電極板81およびMOSトランジスタTr1が膨張しても、緩衝材812は、MOS
- 25 トランジスタTr1が電極板81から剥離するのを防止する。

図6を参照して、従来、MOSトランジスタTr1の実装部は、DBC（Direct Bond Copper）820と、AlSiC/CuMo等から成るヒートシンク830とにより構成されていた。DBC820は、セラミック821の両側に銅（Cu）822, 823を形成した断面構造を有する絶縁基板で



ある。そして、MOSトランジスタTr 1は、DBC 820を介してヒートシンク830上に設置されていた。また、MOSトランジスタTr 1は、DBC 820の銅(Cu)の代わりにアルミニウム(Al)を用いたDBA(Direct Bond Aluminum)を介してヒートシンク830上に設置されていた。

5 このような方法でMOSトランジスタTr 1をヒートシンク830上に設置した場合、セラミック821は絶縁物であるので、MOSトランジスタTr 1で発生した熱がヒートシンク830へ伝達されにくく、MOSトランジスタTr 1の冷却が不十分である。

これに対して、図5に示すように、電極板81と同じ材質から成る緩衝材812によってMOSトランジスタTr 1を電極板81上に直接配置した場合、MOSトランジスタTr 1と電極板81の間には金属しか存在しない。また、緩衝材812および電極板81は、シリコン(Si)から成るMOSトランジスタTr 1よりも熱伝導率が高い。したがって、MOSトランジスタTr 1で発生した熱は、ヒートシンクとしての電極板81に伝達され易く、MOSトランジスタTr 1は効果的に冷却される。

10

15

このように、この発明においては、MOSトランジスタTr 1を電極板81と同じ材質もしくは同系金属からなる緩衝材812を介して電極板81上に設置することを特徴とする。そして、電極板81と同じ材質もしくは同系金属により緩衝材812を構成する場合、その厚さが重要であり、上述したように厚さを0.1～2.0mmの範囲に設定することにより緩衝材として機能させることができる。

20

また、緩衝材812は、電極板81と同じ材質で構成されていなくてもよい。たとえば、緩衝材812は、銅(Cu)に代えてアルミニウム(Al)により構成されていてもよい。さらに、緩衝材812は、アルミ系の材質により構成されていけばよい。この場合も、緩衝材812の厚さは0.1～2.0mmの範囲である。

25

MOSトランジスタTr 2～Tr 6についても、MOSトランジスタTr 1と同じように電極板81、82A～82C上に固定される。

図7および図8を参照して、MOSトランジスタTr 1～Tr 6と電極板81、

82A～82Cとの面積比率について説明する。図7を参照して、オルタネータ50の回転軸50Aの中心をOとして、電極板81の両端が中心Oと成す角度を $\theta 1$ とする。そして、電極板82Aの両端が中心Oと成す角度を $\theta 2$ とする。

また、電極板81の内径をD1とし、電極板81の外径をD2とする。さらに、  
5 電極板82A～82Cは、電極板81と同様に円弧状（「U字形状」とも言う）に配置されるため、電極板82Aの内径をD3とし、電極板82Aの外径をD4とする。

この実施の形態においては、MOSトランジスタTr1～Tr6のサイズを3mm角、内径D1を40mm、外径D2を70mm、内径D3を75mm、外径D4を120mmにそれぞれ固定し、角度 $\theta 1$ を80～150°の範囲で変化させ、角度 $\theta 2$ を70～90°の範囲で変化させて、MOSトランジスタTr1～Tr6の温度が許容限界以下になるときのMOSトランジスタTr1～Tr6と電極板81、82A～82Cとの面積比率を求めた。

角度 $\theta 1$ が84°であり、角度 $\theta 2$ が78°である場合における電極板81、  
15 82Aの面積およびMOSトランジスタTr1、Tr2と電極板81、82Aとの面積比率を表1に示す。

[表1]

(mm<sup>2</sup>)

素子	9*9	81
----	-----	----

(mm<sup>2</sup>)      (倍)

バスバ径	40	P 極	520	6.4
	70			
	75	U 相	760	9.4
	120			

表1において、「P 極」は電極板81を意味し、P 極の面積：520mm<sup>2</sup>は、1つのMOSトランジスタTr1に対する電極板81の面積を意味する。つまり、P 極の面積：520mm<sup>2</sup>は、電極板81の全体の面積の3分の1に相当する。

25 3つのMOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5が電極板81上に設置されるため、電極板81の全体面積に1／3を乗算した面積を用いないと、1つのM

OSトランジスタと電極板との正確な面積比率を求めることができないからである。

また、表1における「U相」は、電極板82Aを意味する。

5 MOSトランジスタTr3, Tr5と電極板81との面積比率は、表1のP極に示した数値と同じであり、MOSトランジスタTr4と電極板82Bとの面積比率およびMOSトランジスタTr6と電極板82Cとの面積比率は、表1のU相に示した数値と同じである。

10 上述した数値を用いて電極板81, 82A~82Cの面積を計算した場合、電極板81の面積がMOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5の面積の6.4倍であるとき、MOSトランジスタTr1~Tr6の温度が許容限界以下になった。

角度 $\theta_1$ を $135^\circ$ から小さくすることにより、電極板81の面積が大きくなり、角度 $\theta_2$ を角度 $75^\circ$ から大きくすることにより、電極板82Aの面積が大きくなる。

15 したがって、角度 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ を変化させて電極板81, 82A~82Cの面積を変え、MOSトランジスタと電極板との面積比率と、MOSトランジスタTr1~Tr6の温度との関係を調べた。

20 図8は、MOSトランジスタTr1~Tr6の温度上昇とバスバー面積/素子面積との関係を示す。図8において、縦軸は素子温度上昇を表わし、横軸はバスバー面積/素子面積を表わす。また、バスバー面積とは、電極板81, 82A~82Cの面積を意味する。さらに、曲線k1は、過渡時、すなわち、モータ動作時を意味し、曲線k2は、発電動作時を意味する。

図8を参照して、曲線k1で表わされるモータ動作時の方が、曲線k2で表わされる発電動作時よりもMOSトランジスタTr1~Tr6の温度が上昇する。したがって、この発明においては、曲線k1において素子の温度上昇が許容限界25 以下になる面積比率以上の面積比率を有するようにMOSトランジスタTr1~Tr6の面積と電極板81, 82A~82Cの面積とを決定する。すなわち、面積比率(=バスバー面積/素子面積)が6以上になるように、MOSトランジスタTr1~Tr6の面積と電極板81, 82A~82Cの面積を決定する。

これにより、MOSトランジスタTr1~Tr6で発生した熱は、緩衝材81

2を介して電極板81, 82A~82Cに伝達され、MOSトランジスタTr1~Tr6の温度上昇が許容限界以下になるようにMOSトランジスタTr1~Tr6が冷却される。

図9は、発電電動装置100およびバッテリー10の回路ブロック図を示す。制御回路20は、基板84と電極板81, 83との間に配置されたツェナーダイオード21と、基板84と電極板81, 82C, 83との間に配置されたコンデンサ22と、電極板81上に配置されたMOSトランジスタTr1, Tr3, Tr5と、それぞれ電極板82A~82C上に配置されたMOSトランジスタTr2, Tr4, Tr6と、基板84上に配置された電源26、MOSドライバ27、カスタムIC70、MOSトランジスタ40およびダイオード41とを含む。

MOSトランジスタTr1, Tr2は、U相アーム23を構成し、MOSトランジスタTr3, Tr4は、V相アーム24を構成し、MOSトランジスタTr5, Tr6は、W相アーム25を構成する。

カスタムIC70は、同期整流器28および制御部29, 30からなる。回転角センサー60は、オルタネータ50に内蔵される。

オルタネータ50は、U相コイル51と、V相コイル52と、W相コイル53と、ロータコイル54とを含む。そして、U相コイル51の一方端51Aは、MOSトランジスタTr1とMOSトランジスタTr2との間のノードN1に接続される。V相コイル52の一方端52Aは、MOSトランジスタTr3とMOSトランジスタTr4との間のノードN2に接続される。W相コイル53の一方端53Aは、MOSトランジスタTr5とMOSトランジスタTr6との間のノードN3に接続される。

フューズFU1は、バッテリー10の正極と制御回路20との間に接続される。つまり、フューズFU1は、ツェナーダイオード21よりもバッテリー10側に配置される。このように、フューズFU1をツェナーダイオード21よりもバッテリー10側に配置することにより、過電流検知が不要になり、制御回路20を小型化できる。フューズFU2は、バッテリー10の正極と電源26との間に接続される。

ツェナーダイオード21およびコンデンサ22は、正母線L1と負母線L2と

の間に並列に接続される。

U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25は、正母線L1と負母線L2との間に並列に接続される。U相アーム23は、MOSトランジスタTr1、Tr2とツェナーダイオードDT1とからなる。MOSトランジスタTr1、Tr2は、正母線L1と負母線L2との間に直列に接続される。MOSトランジスタTr1は、ドレインが正母線L1に接続され、ソースがノードN1に接続される。MOSトランジスタTr2は、ドレインがノードN1に接続され、ソースが負母線L2に接続される。ツェナーダイオードDT1は、ノードN1と負母線L2との間にMOSトランジスタTr2に並列に接続される。

V相アーム24は、MOSトランジスタTr3、Tr4とツェナーダイオードDT2とからなる。MOSトランジスタTr3、Tr4は、正母線L1と負母線L2との間に直列に接続される。MOSトランジスタTr3は、ドレインが正母線L1に接続され、ソースがノードN2に接続される。MOSトランジスタTr4は、ドレインがノードN2に接続され、ソースが負母線L2に接続される。ツェナーダイオードDT2は、ノードN2と負母線L2との間にMOSトランジスタTr4に並列に接続される。

W相アーム25は、MOSトランジスタTr5、Tr6とツェナーダイオードDT3とからなる。MOSトランジスタTr5、Tr6は、正母線L1と負母線L2との間に直列に接続される。MOSトランジスタTr5は、ドレインが正母線L1に接続され、ソースがノードN3に接続される。MOSトランジスタTr6は、ドレインがノードN3に接続され、ソースが負母線L2に接続される。ツェナーダイオードDT3は、ノードN3と負母線L2との間にMOSトランジスタTr6に並列に接続される。

ツェナーダイオード40は、バッテリー10の正極とノードN4との間に接続される。ダイオード41は、ノードN4と接地ノードGNDとの間に接続される。

なお、MOSトランジスタTr1～Tr6、40に並列に接続されているダイオードは、MOSトランジスタTr1～Tr6、40と半導体基板との間に形成される寄生ダイオードである。

バッテリー10は、たとえば、12Vの直流電圧を出力する。ツェナーダイオード

ド21は、正母線L1と負母線L2との間に発生したサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード21は、所定の電圧レベル以上のサージ電圧が正母線L1と負母線L2との間に印加された場合、そのサージ電圧を吸収し、コンデンサ22およびMOSトランジスタTr1～Tr6に印加される直流電圧を所定の電圧レベル以下にする。したがって、コンデンサ22の容量およびMOSトランジスタTr1～Tr6のサイズを、サージ電圧を考慮して大きくしなくてもよい。その結果、コンデンサ22およびMOSトランジスタTr1～Tr6を小型化できる。

コンデンサ22は、入力された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をU相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25に供給する。MOSトランジスタTr1～Tr6は、MOSドライバ27からの制御信号をゲートに受け、その受けた制御信号によりオン/オフされる。そして、MOSトランジスタTr1～Tr6は、コンデンサ22から供給された直流電圧によってオルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に流れる直流電流を切換えてオルタネータ50を駆動する。また、MOSトランジスタTr1～Tr6は、MOSドライバ27からの制御信号によってオルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、バッテリー10を充電する。

ツェナーダイオードDT1～DT3は、オルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53が発電するとき、それぞれ、MOSトランジスタTr2、Tr4、Tr6に過電圧が印加されるのを防止する。つまり、ツェナーダイオードDT1～DT3は、オルタネータ50の発電モード時、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25の下アームを保護する。

電源26は、バッテリー10から出力される直流電圧をフューズFU2を介して受け、その受けた直流電圧を電圧レベルが異なる2つの直流電圧としてMOSドライバ27へ供給する。より具体的には、電源26は、バッテリー10から受けた12Vの直流電圧に基づいて、たとえば、5Vの直流電圧を生成し、その生成した5Vの直流電圧と、バッテリー10から受けた12Vの直流電圧とをMOSドライバ27へ供給する。

MOSドライバ27は、電源26から供給される5Vおよび12Vの直流電圧により駆動される。そして、MOSドライバ27は、同期整流器28からの同期信号に同期してMOSトランジスタTr1～Tr6をオン／オフするための制御信号を生成し、その生成した制御信号をMOSトランジスタTr1～Tr6のゲートへ出力する。より具体的には、MOSドライバ27は、同期整流器28からの同期信号SYNG1～SYNG6に基づいて、オルタネータ50の発電モードにおいてMOSトランジスタTr1～Tr6をオン／オフするための制御信号を生成し、同期整流器28からの同期信号SYNM1～SYNM6に基づいて、オルタネータ50の駆動モードにおいてMOSトランジスタTr1～Tr6をオン／オフするための制御信号を生成する。

同期整流器28は、制御部30から信号GSを受けると、制御部29からのタイミング信号TG1～TG6に基づいて同期信号SYNG1～SYNG6を生成し、その生成した同期信号SYNG1～SYNG6をMOSドライバ27へ出力する。また、同期整流器28は、制御部30から信号MSを受けると、制御部29からのタイミング信号TM1～TM6に基づいて同期信号SYNM1～SYNM6を生成し、その生成した同期信号SYNM1～SYNM6をMOSドライバ27へ出力する。

制御部29は、回転角センサー60からの角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を受け、その受けた角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ に基づいてオルタネータ50に含まれるロータ55の回転数MRNを検出する。

角度 $\theta 3$ は、U相コイル51によって発生される磁力の方向とロータコイル54によって発生される磁力の方向との角度であり、角度 $\theta 4$ は、V相コイル52によって発生される磁力の方向とロータコイル54によって発生される磁力の方向との角度であり、角度 $\theta 5$ は、W相コイル53によって発生される磁力の方向とロータコイル54によって発生される磁力の方向との角度である。そして、角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ は、0度～360度の範囲で周期的に変化する。したがって、制御部29は、角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ が所定の期間に0度～360度の範囲で周期的に変化する回数を検出して回転数MRNを検出する。

そして、制御部29は、角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ に基づいて、オルタネータ50

のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に誘起される電圧 $V_{ui}$ 、 $V_{vi}$ 、 $V_{wi}$ のタイミングを検出し、その検出したタイミングに基づいて、U相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に誘起された電圧 $V_{ui}$ 、 $V_{vi}$ 、 $V_{wi}$ を直流電圧に変換するためにMOSトランジスタ $Tr1 \sim Tr6$ をオン/オフするタイミングを示すタイミング信号 $TG1 \sim TG6$ を生成する。

また、制御部29は、角度 $\theta_3$ 、 $\theta_4$ 、 $\theta_5$ と、検出した回転数MRNとに基づいて、オルタネータ50を駆動モータとして動作させるためにMOSトランジスタ $Tr1 \sim Tr6$ をオン/オフするタイミングを示すタイミング信号 $TM1 \sim TM6$ を生成する。

そして、制御部29は、生成したタイミング信号 $TG1 \sim TG6$ 、 $TM1 \sim TM6$ を同期整流器28へ出力する。

制御部30は、外部に設けられたエコランECU (Electrical Control Unit) (これについては後述する) から信号M/G、信号RLOおよび信号CHGLを受ける。また、制御部30は、オルタネータ50のU相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に印加される電圧 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ を受ける。

制御部30は、信号M/Gに基づいて、オルタネータ50を発電機として動作させるか駆動モータとして動作させるかを判定し、発電機として動作させるとき信号GSを生成して同期整流器28へ出力する。一方、制御部30は、オルタネータ50を駆動モータとして動作させるとき、電圧 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ に基づいて、U相コイル51、V相コイル52およびW相コイル53に電流を流す通電方式を決定し、その決定した通電方式でオルタネータ50を駆動するための信号MSを生成して同期整流器28へ出力する。

また、制御部30は、信号RLOに基づいて、オルタネータ50が指令発電量を発電するためのロータ電流を演算し、その演算したロータ電流をロータコイル54に流すための信号RCTを生成してMOSトランジスタ40のゲートへ出力する。

さらに、制御部30は、信号CHGLに基づいて、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25のいずれかが故障しているかを判定し、U相アーム2



3、V相アーム24およびW相アーム25のいずれかが故障しているとき、MOSトランジスタTr1～Tr6を停止させる。

MOSトランジスタ40は、制御部30からの信号RCTに基づいて、バッテリー10からロータコイル54に供給されるロータ電流を所定値に設定する。ダイ  
5 オード41は、ノードN4から接地ノードGNDへ電流が流れるのを防止する。  
なお、同期性流器28および制御部29、30は、カスタムIC70として形成  
される。

オルタネータ50は、駆動モータまたは発電機として動作する。そして、オル  
タネータ50は、駆動モータとして動作する駆動モードにおいて、エンジンの始  
10 動時、制御回路20からの制御によって所定のトルクを発生し、その発生した所  
定のトルクによってエンジンを始動する。また、オルタネータ50は、エンジ  
の始動時以外、制御回路20からの制御によって所定のトルクを発生し、その発  
生した所定のトルクによって発電電動装置100が搭載された車両の駆動輪を駆  
動する。さらに、オルタネータ50は、エンジンの始動時以外、発生した所定の  
15 トルクによって補機類を駆動する。

一方、オルタネータ50は、発電機として動作する発電モードにおいて、ロー  
タコイル54に流れるロータ電流に応じた交流電圧を発電し、その発電した交流  
電圧をU相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25へ供給する。

回転角センサー60は、角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を検出し、その検出した角度 $\theta$   
20 3、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を制御部29へ出力する。

発電電動装置100における全体動作について説明する。制御部30は、エコ  
ランECUからの信号M/Gに基づいて、オルタネータ50を発電機として動作  
させるか駆動モータとして動作させるかを判定し、発電機として動作させるとき  
信号GSを生成して同期整流器28へ出力する。また、制御部30は、エコラン  
25 ECUからの信号RLOに基づいて信号RCTを生成してMOSトランジスタ4  
0のゲートへ出力する。

そうすると、MOSトランジスタ40は、バッテリー10からロータコイル54  
に供給されるロータ電流を信号RCTに応じて切換える。そして、オルタネータ  
50のロータ55は、エンジンの回転力により回転し、オルタネータ50は、指

定発電量を発電してU相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25へ供給する。

一方、制御部29は、回転角センサー60から角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を受け、その受けた角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ に基づいて、上述した方法によってタイミング信号TG1～TG6、TM1～TM6を生成して同期整流器28へ出力する。

そうすると、同期整流器28は、制御部30からの信号GSに基づいて、タイミング信号TG1～TG6に同期した同期信号SYNG1～SYNG6を生成してMOSドライバ27へ出力する。MOSドライバ27は、同期信号SYNG1～SYNG6に同期してMOSトランジスタTr1～Tr6をオン/オフするための制御信号を生成してMOSトランジスタTr1～Tr6のゲートへ出力する。

そうすると、MOSトランジスタTr1～Tr6は、MOSドライバ27からの制御信号によってオン/オフされ、オルタネータ50によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してバッテリー10を充電する。

この場合、ツェナーダイオードDT1～DT3は、オルタネータ50によって発電された交流電圧にサージ電圧が重畳されていても、そのサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオードDT1～DT3は、MOSトランジスタTr2、Tr4、Tr6に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。また、ツェナーダイオード21は、正母線L1と負母線L2との間の直流電圧にサージ電圧が重畳されていても、そのサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード21は、MOSトランジスタTr1、Tr3、Tr5に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。

制御部30は、信号M/Gに基づいて、オルタネータ50を駆動モータとして駆動すると判定したとき、電圧Vu、Vv、Vwに基づいて、U相アーム23、V相アーム24およびW相アーム25への通電方式を決定し、その決定した通電方式によってオルタネータ50を駆動するための信号MSを生成して同期整流器28へ出力する。

制御部29は、回転角センサー60から角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ を受け、その受けた角度 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ に基づいて、上述した方法によってタイミング信号TG1～TG6、TM1～TM6を生成して同期整流器28へ出力する。

そうすると、同期整流器 28 は、制御部 30 からの信号 MS に基づいて、タイミング信号 TM1 ~ TM6 に同期した同期信号 SYN M1 ~ SYN M6 を生成して MOS ドライバ 27 へ出力する。MOS ドライバ 27 は、同期信号 SYN M1 ~ SYN M6 に同期して MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 をオン／オフするための制御信号を生成して MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 のゲートへ出力する。

そうすると、MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 は、MOS ドライバ 27 からの制御信号によってオン／オフされ、バッテリー 10 からオルタネータ 50 の U 相アーム 23、V 相アーム 24 および W 相アーム 25 に供給する電流を切換えてオルタネータ 50 を駆動モータとして駆動する。これにより、オルタネータ 50 は、エンジンの始動時、エンジンのクランク軸に所定のトルクを供給し、エンジンの始動時以外、駆動輪に所定のトルクを供給する。また、オルタネータ 50 は、所定のトルクを補機類に供給する。

この場合、ツェナーダイオード 21 は、MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 がオン／オフされることにより正母線 L1 と負母線 L2 との間に発生したサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード 21 は、MOS トランジスタ Tr 1、Tr 3、Tr 5 に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。また、ツェナーダイオード DT1 ~ DT3 は、MOS トランジスタ Tr 1、Tr 3、Tr 5 がオン／オフされて MOS トランジスタ Tr 2、Tr 4、Tr 6 にサージ電圧が印加されても、そのサージ電圧を吸収する。つまり、ツェナーダイオード DT1 ~ DT3 は、MOS トランジスタ Tr 2、Tr 4、Tr 6 に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止する。

上述したように、MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 は、オルタネータ 50 の端面に設けられた電極板 81、82A ~ 82C、83 上に配置される。このような配置が可能なのは、ツェナーダイオード 21、DT1 ~ DT3 を設けることにより、MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 に過電圧が印加されるのを防止し、MOS トランジスタ Tr 1 ~ Tr 6 のサイズを小さくしたからである。そして、特に、3つの MOS トランジスタ Tr 1、Tr 3、Tr 5 を 1 個のツェナーダイオード 21 によって保護するようにしたため、基板 84 と電極板 81、83 との間の空間部を利用して、3つの MOS トランジスタ Tr 1、Tr 3、Tr 5 を保護

するツェナーダイオード21を配置することが可能になった。

また、ツェナーダイオード21は、コンデンサ22に過電圧が印加されることも防止するため、コンデンサ22の容量を小さくできる。その結果、コンデンサ22を基板84と電極板81、82C、83との間の空間部に配置することが可能になった。

これらの要因によって、制御回路20は、回路全体が小型化され、オルタネータ50の端面に配置され得る。つまり、制御回路20は、オルタネータ50の回転軸50Aの長手方向ではなく、回転軸50Aの軸方向に垂直な平面内に配置され得る。その結果、制御回路20の占有面積を低減できる。

そして、MOSトランジスタTr1～Tr6を電極板81、82A～82Cと同じ材質から成る緩衝材812を介して電極板81、82A～82Cに固定したので、またはMOSトランジスタTr1～Tr6の面積と電極板81、82A～82Cの面積との面積比率を6以上に設定したので、MOSトランジスタTr1～Tr6を効果的に冷却することができるようになった。

この発明による発電電動装置は、図10に示す発電電動装置101であってもよい。図10を参照して、発電電動装置101は、図1に示す発電電動装置100においてMOSトランジスタTr1～Tr6と電極板82A～82C、83とをワイヤボンディング(W/B)に代えて平面電極91～96によって接続したものであり、その他は、発電電動装置100と同じである。

平面電極91～96の各々は、銅系の材料からなり、厚さは0.1～2.0mmの範囲である。

平面電極91は、MOSトランジスタTr1のソースを電極板82Aに接続する。平面電極92は、MOSトランジスタTr2のソースを電極板83に接続する。平面電極93は、MOSトランジスタTr3のソースを電極板82Bに接続する。平面電極94は、MOSトランジスタTr4のソースを電極板83に接続する。平面電極95は、MOSトランジスタTr5のソースを電極板82Cに接続する。平面電極96は、MOSトランジスタTr6のソースを電極板83に接続する。

図11Aは、図10に示すMOSトランジスタTr1の平面図であり、図11

Bは、図10に示すMOSトランジスタTr1および電極板81, 82Aの断面図である。図11Aおよび図11Bは、図2Aおよび図2Bにおける配線GLを平面電極91に代えたものであり、その他は、図2Aおよび図2Bと同じである。

平面電極91は、MOSトランジスタTr1のソースSを電極板82Aに接続する。そして、平面電極91は、半田付けによりMOSトランジスタTr1のソースSおよび電極板82Aに接続される。この場合、PbフリーのAg-Cu-Sn系の半田が用いられる。この半田は、通常の半田に比べ、熱伝導率が2倍程度高いためMOSトランジスタTr1において発生した熱を平面電極91および電極板82Aに効率良く伝導でき、MOSトランジスタTr1の放熱効果を高くできる。

ソースSは、好ましくは、Al-Ni-Auからなる。この場合、アルミニウム(A1)は、MOSトランジスタTr1の材料であるシリコン(Si)に接するように形成される。すなわち、ソースSは、MOSトランジスタTr1(Si)上にアルミニウム(A1)、ニッケル(Ni)および金(Au)を、順次、堆積することにより作製される。これにより、平面電極91をMOSトランジスタTr1のソースSに半田付けするときの平面電極91とMOSトランジスタTr1のソースSとの接着力を向上できる。なお、ゲートGも、ソースSと同様にAl-Ni-Auによって作製してもよい。また、ソースSおよびゲートGをAl-Niによって作製してもよい。

平面電極92をMOSトランジスタTr2のソースSおよび電極板83に接続する場合、平面電極93をMOSトランジスタTr3のソースSおよび電極板82Bに接続する場合、平面電極94をMOSトランジスタTr4のソースSおよび電極板83に接続する場合、平面電極95をMOSトランジスタTr5のソースSおよび電極板82Cに接続する場合、および平面電極96をMOSトランジスタTr6のソースSおよび電極板83に接続する場合も、平面電極91をMOSトランジスタTr1のソースSおよび電極板82Aに接続する場合と同じ半田が用いられる。その他は、図2Aおよび図2Bにおいて説明したとおりである。

図10に示すMOSトランジスタTr2~Tr6についても、MOSトランジスタTr1と同じように平面電極92~96によって電極板82B, 82C, 8

3に接続される。

このように、発電電動装置101においては、MOSトランジスタTr1～Tr6は、それぞれ、平面電極91～96によって電極板82A, 83, 82B, 83, 82C, 83と接続される。

5 図12は、図10に示すMOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係を示す。図12において、曲線k1, k2は、配線GLによってMOSトランジスタTr1～Tr6を電極板82A, 82B, 82C, 83に接続した場合のMOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係を示し、曲線k3, k4は、平面電極91～96によってMOSトランジスタTr1～Tr6を電極板82A, 82B, 82C, 83に接続した場合のMOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇とバスバー面積／素子面積との関係を示す。そして、曲線k3は、過渡時、すなわち、モータ動作時を意味し、曲線k4は、発電動作時を意味する。なお、曲線k1, k2については、図8において説明したとおりである。

15 図12を参照して、MOSトランジスタTr1～Tr6を平面電極91～96によって電極板82A, 82B, 82C, 83に接続することにより、モータ動作時においてMOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇を約35%低減でき（曲線k1, k3参照）、発電動作時においてMOSトランジスタTr1～Tr6の温度上昇を3～6%低減できる（曲線k2, k4参照）。

20 そして、素子温度上昇の許容限界以下の領域では、曲線k4で表わされる発電動作時の方が、曲線k3で表わされるモータ動作時よりもMOSトランジスタTr1～Tr6の温度が上昇する。したがって、この発明においては、平面電極91～96を用いた場合、曲線k4において素子の温度上昇が許容限界以下になる面積比率以上の面積比率を有するようにMOSトランジスタTr1～Tr6の面積と電極板81, 82A～82Cの面積とを決定する。すなわち、面積比率（＝  
25 バスバー面積／素子面積）が5以上になるように、MOSトランジスタTr1～Tr6の面積と電極板81, 82A～82Cの面積を決定する。

これにより、MOSトランジスタTr1～Tr6で発生した熱は、緩衝材812および平面電極91～96を介して電極板81, 82A～82Cに伝達され、

MOSトランジスタTr 1～Tr 6の温度上昇が許容限界以下になるようにMOSトランジスタTr 1～Tr 6が冷却される。

このように、MOSトランジスタTr 1～Tr 6を平面電極9 1～9 6によって電極板8 2 A, 8 3, 8 2 B, 8 3, 8 2 C, 8 3と接続することにより、MOSトランジスタTr 1～Tr 6において発生した熱は、それぞれ、平面電極9 1～9 6を介して放熱される。その結果、発電電動装置1 0 0のように、MOSトランジスタTr 1～Tr 6をワイヤボンディング(W/B)によって電極板8 2 A～8 2 C, 8 3に接続した場合、MOSトランジスタTr 1～Tr 6の温度上昇が許容限界以下になるようにMOSトランジスタTr 1～Tr 6を冷却するにはMOSトランジスタTr 1～Tr 6に対する電極板8 1, 8 2 A～8 2 Cの面積比率を6以上に設定する必要があるが、発電電動装置1 0 1のように、MOSトランジスタTr 1～Tr 6を平面電極9 1～9 6によって電極板8 2 A～8 2 C, 8 3に接続した場合、MOSトランジスタTr 1～Tr 6の温度上昇が許容限界以下になるようにMOSトランジスタTr 1～Tr 6を冷却するためのMOSトランジスタTr 1～Tr 6に対する電極板8 1, 8 2 A～8 2 Cの面積比率を6よりも小さい5に設定できる。

したがって、MOSトランジスタTr 1～Tr 6の面積が一定である場合、MOSトランジスタTr 1～Tr 6を平面電極9 1～9 6によって電極板8 2 A～8 2 C, 8 3に接続することにより、電極板8 1, 8 2 A～8 2 Cの面積を小さくできる。

図1 3は、図1に示す発電電動装置1 0 0を備えるエンジンシステム2 0 0のブロック図を示す。図1 3を参照して、エンジンシステム2 0 0は、バッテリー1 0と、制御回路2 0と、オルタネータ5 0と、エンジン1 1 0と、トルクコンバータ1 2 0と、オートマチックトランスミッション1 3 0と、プーリ1 4 0, 1 5 0, 1 6 0と、ベルト1 7 0と、補機類1 7 2と、スタータ1 7 4と、電動油圧ポンプ1 8 0と、燃料噴射弁1 9 0と、電動モータ2 1 0と、スロットルバルブ2 2 0と、エコランECU2 3 0と、エンジンECU2 4 0と、VSC (Vehicle Stability Control) -ECU2 5 0とを備える。

オルタネータ5 0は、エンジン1 1 0に近接して配置される。制御回路2 0は、

上述したようにオルタネータ 50 の端面に配置される。

エンジン 110 は、オルタネータ 50 またはスタータ 174 によって始動され、所定の出力を発生する。より具体的には、エンジン 110 は、エコノミーランニングシステム（「エコラン」とも言う。）による停止後の始動時、オルタネータ 50 によって始動され、イグニッションキーによる始動時、スタータ 174 によって始動される。そして、エンジン 110 は、発生した出力をクランク軸 110 a からトルクコンバータ 120 またはプーリ 140 へ出力する。

トルクコンバータ 120 は、クランク軸 110 a からのエンジン 110 の回転をオートマチックトランスミッション 130 に伝達する。オートマチックトランスミッション 130 は、自動変速制御を行ない、トルクコンバータ 120 からのトルクを変速制御に応じたトルクに設定して出力軸 130 a へ出力する。

プーリ 140 は、エンジン 110 のクランク軸 110 a に連結される。また、プーリ 140 は、ベルト 170 を介してプーリ 150、160 と連動する。

ベルト 170 は、プーリ 140、150、160 を相互に連結する。プーリ 150 は、補機類 172 の回転軸に連結される。

プーリ 160 は、オルタネータ 50 の回転軸に連結され、オルタネータ 50 またはエンジン 110 のクランク軸 110 a によって回動される。

補機類 172 は、エアコン用コンプレッサ、パワーステアリングポンプおよびエンジン冷却用ウォータポンプの 1 つまたは複数からなる。そして、補機類 172 は、オルタネータ 50 からの出力をプーリ 160、ベルト 170 およびプーリ 150 を介して受け、その受けた出力により駆動される。

オルタネータ 50 は、制御回路 20 により駆動される。そして、オルタネータ 50 は、エンジン 110 のクランク軸 110 a の回転力をプーリ 140、ベルト 170 およびプーリ 160 を介して受け、その受けた回転力を電気エネルギーに変換する。つまり、オルタネータ 50 は、クランク軸 110 a の回転力により発電する。なお、オルタネータ 50 が発電する場合には、2 つの場合がある。1 つは、エンジンシステム 200 が搭載されたハイブリッド自動車の通常走行時にエンジン 110 が駆動されることによりクランク軸 110 a の回転力を受けて発電する場合である。もう 1 つは、エンジン 110 は駆動されないが、ハイブリッド



自動車の減速時に駆動輪の回転力がクランク軸 110a に伝達され、その伝達された回転力を受けて、オルタネータ 50 が発電する場合である。

また、オルタネータ 50 は、制御回路 20 によって駆動され、所定の出力をプーリ 160 へ出力する。そして、所定の出力は、エンジン 110 を始動するとき、  
5 ベルト 170 およびプーリ 140 を介してエンジン 110 のクランク軸 110a へ伝達され、補機類 172 を駆動するとき、ベルト 170 およびプーリ 150 を介して補機類 172 へ伝達される。

バッテリー 10 は、上述したように、12V の直流電圧を制御回路 20 へ供給する。

10 制御回路 20 は、エコラン ECU 230 からの制御によって、上述したように、バッテリー 10 からの直流電圧を交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によってオルタネータ 50 を駆動する。また、制御回路 20 は、エコラン ECU 230 からの制御によって、オルタネータ 50 が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧によってバッテリー 10 を充電する。

15 スタータ 174 は、エコラン ECU 230 からの制御によってエンジン 110 を始動する。電動油圧ポンプ 180 は、オートマチックトランスミッション 130 に内蔵され、エンジン ECU 240 からの制御によって、オートマチックトランスミッション 130 の内部に設けられた油圧制御部に対して作動油を供給する。なお、この作動油は、油圧制御部内のコントロールバルブにより、オートマチック  
20 ミッション 130 内部のクラッチ、ブレーキおよびワンウェイクラッチの作動状態を調整し、シフト状態を必要に応じて切替える。

エコラン ECU 230 は、オルタネータ 50 および制御回路 20 のモード制御、スタータ 174 の制御およびバッテリー 10 の蓄電制御を行なう。なお、オルタネータ 50 および制御回路 20 のモード制御とは、オルタネータ 50 が発電機として機能する発電モードと、オルタネータ 50 が駆動モータとして機能する駆動  
25 モードとを制御することを言う。また、エコラン ECU 230 からバッテリー 10 への制御線は図示されていない。

また、エコラン ECU 230 は、オルタネータ 50 に内蔵された回転角センサー 60 からの角度  $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$  に基づく回転数 MRN、エコランスイッチか

らの運転者によるエコランシステムの起動有無、その他のデータを検出する。

燃料噴射弁 190 は、エンジン ECU 240 からの制御によって、燃料の噴射を制御する。電動モータ 210 は、エンジン ECU 240 からの制御によってスロットルバルブ 220 の開度を制御する。スロットルバルブ 220 は、電動モータ 210 によって所定の開度に設定される。

エンジン ECU 240 は、エンジン冷却用ウォーターポンプを除く補機類 172 のオン/オフ制御、電動油圧ポンプ 180 の駆動制御、オートマチックトランスミッション 130 の変速制御、燃料噴射弁 190 による燃料噴射制御、電動モータ 210 によるスロットルバルブ 220 の開度制御、およびその他のエンジン制御を行なう。

また、エンジン ECU 240 は、水温センサーからのエンジン冷却水温、アイドルスイッチからのアクセルペダルの踏み込み有無状態、アクセル開度センサーからのアクセル開度、舵角センサーからのステアリングの操舵角、車速センサーからの車速、スロットル開度センサーからのスロットル開度、シフト位置センサーからのシフト位置、エンジン回転数センサーからのエンジン回転数、エアコンスイッチからのオン/オフ操作有無、およびその他のデータを検出する。

VSC-ECU 250 は、ブレーキスイッチからのブレーキペダルの踏み込み有無状態、およびその他のデータを検出する。

エコラン ECU 230、エンジン ECU 240 および VSC-ECU 250 は、マイクロコンピュータを中心として構成され、内部の ROM (Read Only Memory) に書き込まれているプログラムに応じて CPU (Central Processing Unit) が必要な演算処理を実行し、その演算結果に基づいて各種制御を実行する。これらの演算処理結果および検出されたデータは、エコラン ECU 230、エンジン ECU 240 および VSC-ECU 250 間で相互にデータ通信が可能となっており、必要に応じてデータを交換して相互に連動して制御を実行することが可能である。

エンジンシステム 200 の動作としては、既に公知であるアイドルストップ制御を行なうようにすればよい。具体的には、車両の減速や停車を各種センサの出力により検知することでエンジンを停止し、次に運転者が発進を意図した際（ブ

レーキやアクセルのペダル操作状況により検知可能である)にエンジンをオルタネータ50により起動するようにすればよい。エンジンシステム200においては、オルタネータ50を制御する制御回路20は、オルタネータ50の端面に設けられ、エコランECU230からの指示に従ってオルタネータ50を駆動モータまたは発電機として駆動する。そして、オルタネータ50を駆動モータまたは発電機として駆動する際において、制御回路20のMOSトランジスタTr1~Tr6によって発生された熱は緩衝材812を介して電極板81, 82A~82Cへ伝達され、MOSトランジスタTr1~Tr6は、効果的に冷却される。

5      なお、発電電動装置101をエンジンシステム200に適用できることは言うまでもない。

10      この発明においては、オルタネータ50は、固定子および回転子を含み、発電機および電動機として機能する「モータ」を構成する。

また、この発明においては、電極板81, 82A~82C, 83は、「バスバー」を構成する。

15      さらに、この発明においては、電極板81は、「第1のバスバー」を構成し、電極板82A~82Cは、「第2のバスバー」を構成し、電極板83は、「第3のバスバー」を構成する。

さらに、この発明においては、MOSドライバ27、同期整流器28および制御部29, 30は、「電子制御ユニット」を構成する。

20      さらに、この発明においては、MOSトランジスタ40は、固定子と異なる界磁コイルへの通電制御を行なう「界磁コイル制御部」を構成する。

さらに、この発明においては、MOSトランジスタTr1~Tr6は、固定子に供給する電流を制御する「多相スイッチング素子群」を構成する。

25      さらに、この発明においては、配線86A~86Fは、基板84(セラミック基板から成る。)から電極板81, 82A~82C, 83につながる「リードフレーム」を構成する。

さらに、この発明による発電電動装置においては、素子面積とバスバー面積との面積比(バスバー面積/素子面積)は、5以上であればよい。

この発明の実施の形態によれば、発電電動装置においては、発電機および駆動

モータとして機能するオルタネータのコイルに流す電流を制御する複数のスイッチング素子は、複数のスイッチング素子を固定する電極板と同じ材質から成る緩衝材を介して電極板に固定されるので、複数のスイッチング素子を効果的に冷却することができる。

5       また、この発明の実施の形態によれば、発電電動装置においては、発電機および駆動モータとして機能するオルタネータのコイルに流す電流を制御する複数のスイッチング素子の各々の面積と、複数のスイッチング素子を固定する電極板の面積との面積比率を5以上に設定したので、複数のスイッチング素子を効果的に冷却できる。

10       さらに、この発明の実施の形態によれば、発電機または電動機として機能するオルタネータの駆動を制御する制御回路は、複数のスイッチング素子と、複数のスイッチング素子にサージ電圧が印加されるのを防止する1個のツェナーダイオードとを含むので、制御回路の全体サイズを小型化できる。その結果、制御回路をオルタネータの端面に設置可能である。

15       さらに、この発明の実施の形態によれば、発電電動装置は、発電機または電動機として機能するオルタネータのコイルに流す電流を制御する多相スイッチング素子群と、多相スイッチング素子群を制御する制御回路と、オルタネータの回転軸を取り囲むように略U字形状に配置された2つの電極板とを備え、制御回路は、略U字形状の切欠部に2つの電極板の面内方向に設置されたセラミック基板上に  
20       設けられるので、制御回路の占有面積を低減できる。その結果、発電電動装置を小型化できる。

      なお、本実施の形態においては、エコランECUとエンジンECUとを別体としていたが、それらの機能を統合して1つのエンジン制御ECUとして構成できることは言うまでもない。また、本実施の形態のトランスミッションは、AT

25       (いわゆる自動変速機)に限らず、CVTやMTなどの公知の変速機を組み合わせてもよい。

      さらに、本実施の形態では、エコランシステムであるが、モータにて大きな駆動力を発生できるハイブリッド自動車に適用できる。オルタネータ50については、他にも周知の発電電動機(モータジェネレータとも呼ぶ)に置換えても本発

明を成立できる。車両の駆動やエンジンの始動に必要なトルクを与えられるような発電電動機を適宜選定すればよいことは言うまでもない。

- 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。
- 5

#### 産業上の利用可能性

この発明は、小型化が可能な発電電動装置に適用される。

## 請求の範囲

1. 複数の相に対応して設けられた複数のコイル（51～53）を含み、発電機および電動機として機能するモータ（50）と、
- 5 前記モータ（50）を制御する制御回路（20）とを備え、  
前記制御回路（20）は、  
前記複数のコイル（51～53）に対応して設けられ、プラス母線（L1）とマイナス母線（L2）との間に並列接続された複数のアーム（23～25）と、  
前記プラス母線（L1）と前記マイナス母線（L2）との間に前記複数のアーム（23～25）に並列に接続された第1のツェナーダイオード（21）とを含み、
- 10 前記複数のアーム（23～25）の各々は、  
前記プラス母線（L1）と前記マイナス母線（L2）との間に直列に接続された第1および第2のスイッチング素子（Tr1, Tr3, Tr5; Tr2, Tr4, Tr6）と、
- 15 前記第1のスイッチング素子（Tr1, Tr3, Tr5）と前記マイナス母線（L2）との間に前記第2のスイッチング素子（Tr2, Tr4, Tr6）に並列に接続された第2のツェナーダイオード（DT1～DT3）とから成る、発電電動装置。
- 20 2. 前記制御回路（20）は、前記モータ（50）に一体的に設けられる、請求の範囲第1項に記載の発電電動装置。
3. 前記モータ（50）は、車両に搭載されたエンジン（110）を始動し、または前記エンジン（110）の回転力により発電する、請求の範囲第1項に記載の発電電動装置。
- 25 4. 前記制御回路（20）に含まれる複数の第1および第2のスイッチング素子（Tr1, Tr3, Tr5; Tr2, Tr4, Tr6）に制御信号を出力する電子制御ユニット（27～30）をさらに備え、  
前記第1のツェナーダイオード（21）は、前記電子制御ユニット（27～30）の近傍に配置される、請求の範囲第1項に記載の発電電動装置。

5. 前記第1のツェナーダイオード(21)のプラス側結線よりも直流電源(10)側に設けられたフューズ(FU1)をさらに備える、請求の範囲第1項に記載の発電電動装置。

6. 回転子(55)と固定子(56, 57)とを含み、発電機および電動機として機能するモータ(50)と、

前記モータ(50)の端面に、前記モータ(50)の回転軸を取り囲むように略U字形状に配置された第1および第2の電極板(81, 82A~82C)と、

前記固定子(56, 57)に供給する電流を制御する多相スイッチング素子群(Tr1~Tr6)と、

10 前記多相スイッチング素子群(Tr1~Tr6)を制御する制御回路(26, 70)とを備え、

前記制御回路(27, 70)は、前記略U字形状の切欠部に前記第1および第2の電極板(81, 82A~82C)の面内方向と同じ方向に配置されたセラミック基板(84)上に設けられる、発電電動装置。

15 7. 前記制御回路(27, 70)は、樹脂モールドされる、請求の範囲第6項に記載の発電電動装置。

8. 前記多相スイッチング素子群(Tr1~Tr6)をサージから保護するツェナーダイオード(21)をさらに備え、

20 前記ツェナーダイオード(21)は、前記切欠部に配置される、請求の範囲第6項に記載の発電電動装置。

9. 直流電源(10)からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を前記多相スイッチング素子(Tr1~Tr6)に供給する容量素子(22)をさらに備え、

25 前記容量素子(22)は、前記セラミック基板(84)と前記第2の電極板(82A~82C)との間に配置される、請求の範囲第6項に記載の発電電動装置。

10. 前記固定子(56, 57)と異なる界磁コイル(54)への通電制御を行なう界磁コイル制御部(40)をさらに備え、

前記界磁コイル制御部(40)は、前記セラミック基板(84)上に配置され

る、請求の範囲第6項に記載の発電電動装置。

1 1. 前記セラミック基板(84)から前記第1および第2の電極板(81, 82A~82C)につながるリードフレーム(86A~86F)は、前記第1および第2の電極板(81, 82A~82C)と同じ平面内に設けられる、請求の範囲第6項に記載の発電電動装置。

1 2. 発電機および電動機として機能するモータ(50)と、

前記モータ(50)に供給される電流を制御する複数のスイッチング素子(Tr1~Tr6)と、

10 前記複数のスイッチング素子(Tr1~Tr6)を連結するバスバー(81, 82A~82C, 83)とを備え、

前記バスバー(81, 82A~82C, 83)と前記スイッチング素子(Tr1~Tr6)との面積比率は、5以上である、発電電動装置。

1 3. 前記バスバー(81, 82A~82C, 83)と前記スイッチング素子(Tr1~Tr6)との間に設けられ、前記バスバー(81, 82A~82C, 83)と前記スイッチング素子(Tr1~Tr6)との熱膨張差を吸収する緩衝材(812)をさらに備える、請求の範囲第12項に記載の発電電動装置。

1 4. 前記緩衝材(812)は、銅系またはアルミ系材質からなる、請求の範囲第12項に記載の発電電動装置。

1 5. 前記バスバー(81, 82A~82C, 83)は、銅からなる、請求の範囲第12項に記載の発電電動装置。

1 6. 前記バスバー(81, 82A~82C, 83)は、前記モータ(50)の端面に設けられ、円弧形状を有する、請求の範囲第12項に記載の発電電動装置。

1 7. 前記バスバー(81, 82A~82C, 83)は、

電源ラインを構成する第1のバスバー(81)と、

25 前記モータ(50)のコイル(51~53)に接続される第2のバスバー(82A~82C)と、

アースラインを構成する第3のバスバー(83)とを含み、

前記複数のスイッチング素子(Tr1~Tr6)は、

前記第1のバスバー(81)上に設置された複数の第1のスイッチング素子



(Tr 1, Tr 3, Tr 5) と、

前記第 2 のバスバー (8 2 A ~ 8 2 C) 上に設置された複数の第 2 のスイッチング素子 (Tr 2, Tr 4, Tr 6) とを含み、

前記発電電動装置 (1 0 1) は、

- 5 前記複数の第 1 のスイッチング素子 (Tr 1, Tr 3, Tr 5) を前記第 2 のバスバー (8 2 A ~ 8 2 C) に接続する複数の第 1 の平面電極 (9 1, 9 3, 9 5) と、

前記複数の第 2 のスイッチング素子 (Tr 2, Tr 4, Tr 6) を前記第 3 のバスバー (8 3) に接続する複数の第 2 の平面電極 (9 2, 9 4, 9 6) とをさ

- 10 らに備える、請求の範囲第 1 2 項に記載の発電電動装置。

FIG. 1

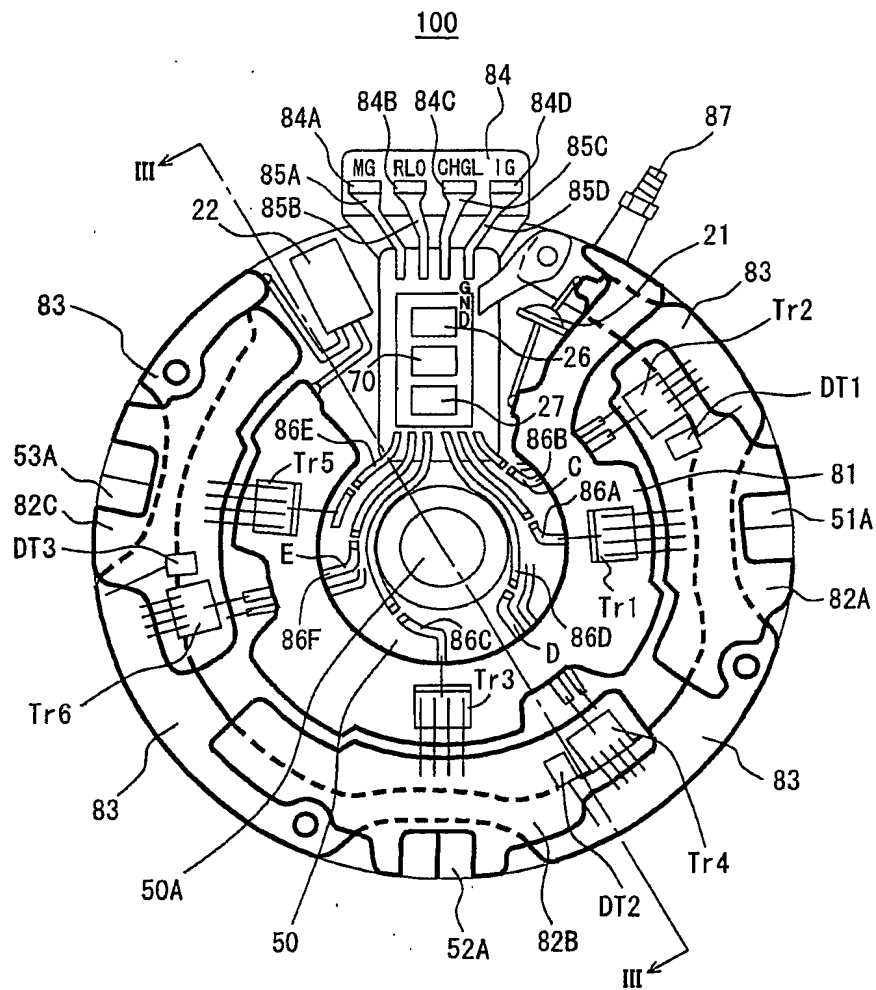


FIG. 2A

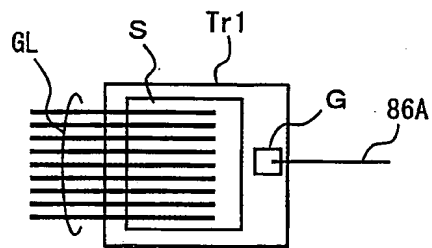


FIG. 2B

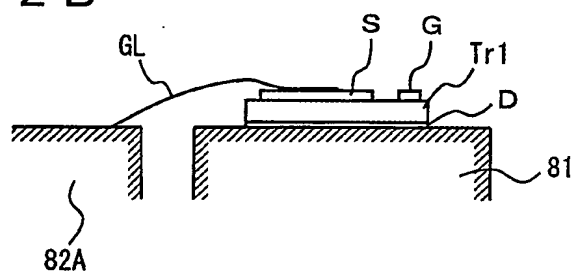


FIG. 3

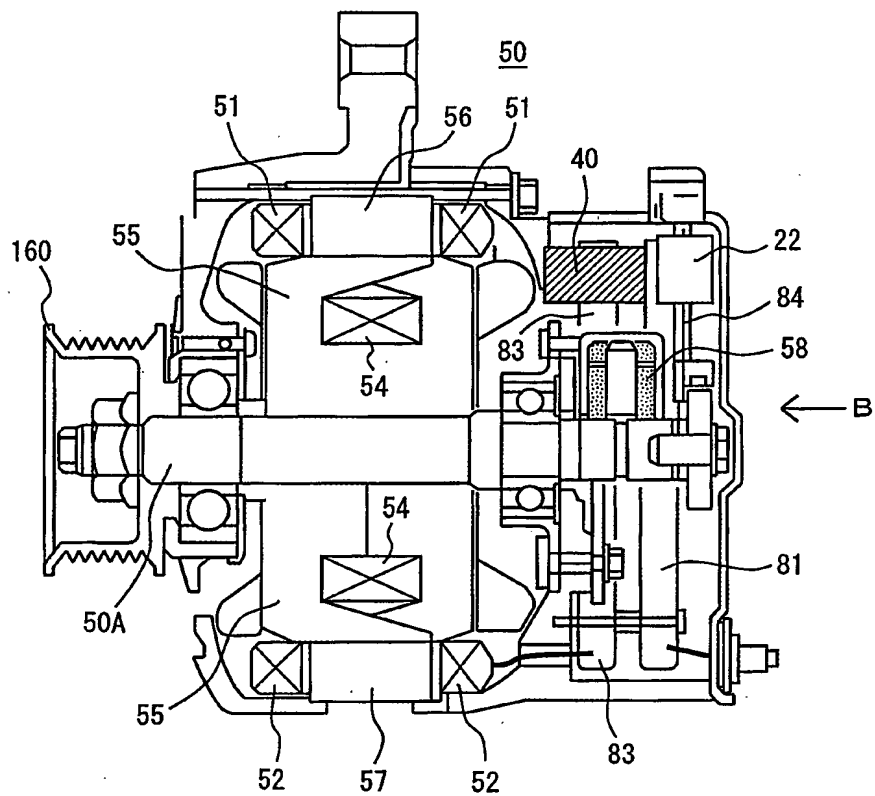


FIG. 4

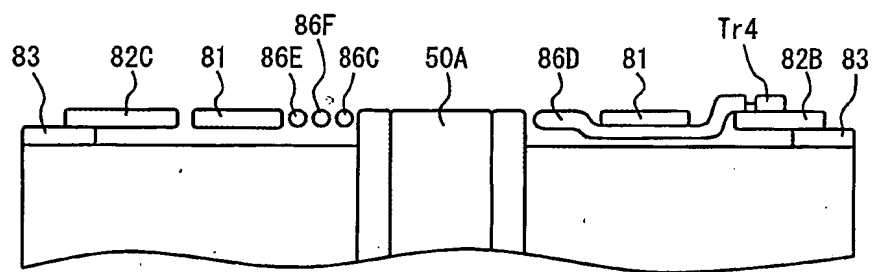


FIG. 5

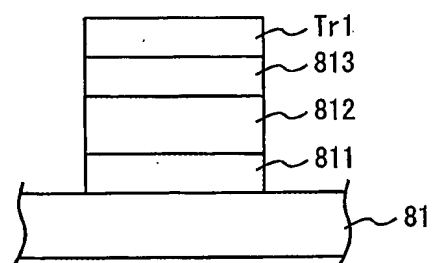


FIG. 6

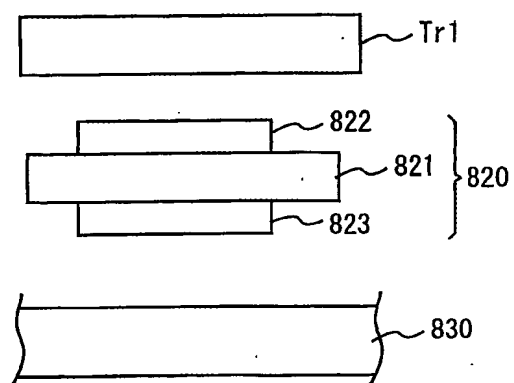


FIG. 7

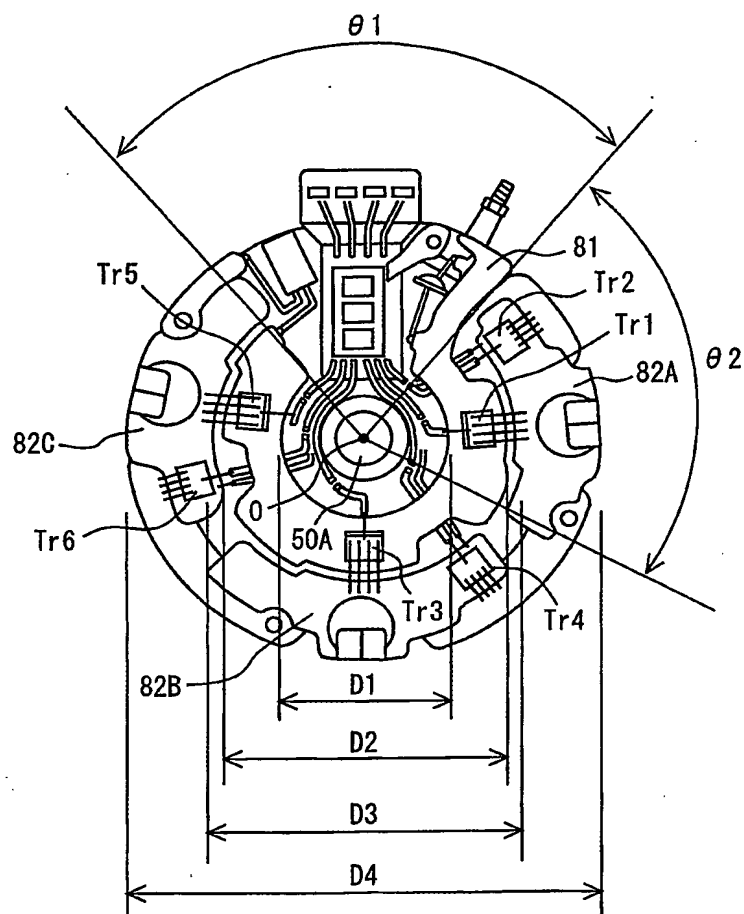


FIG. 8

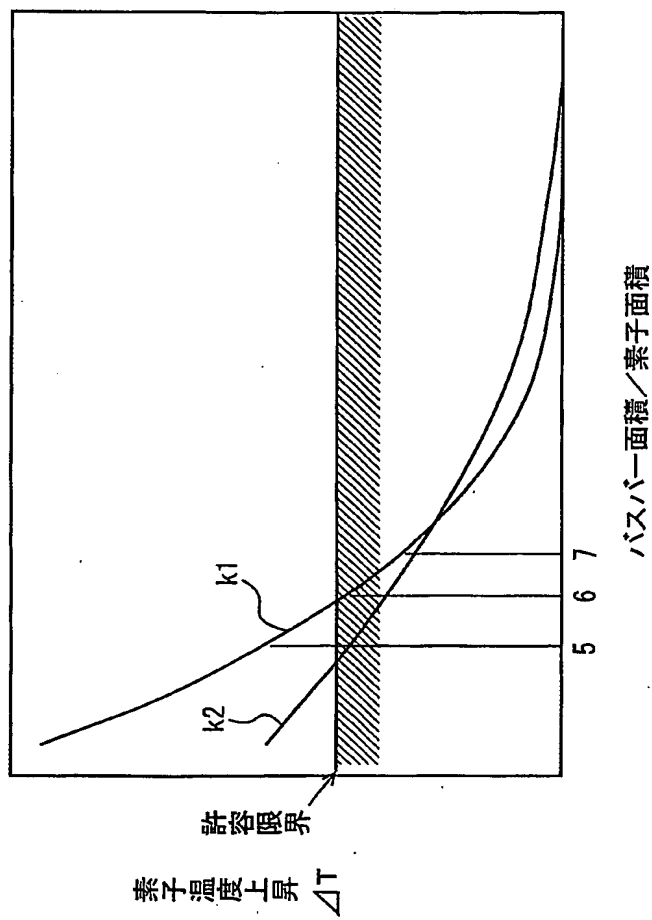




FIG. 9

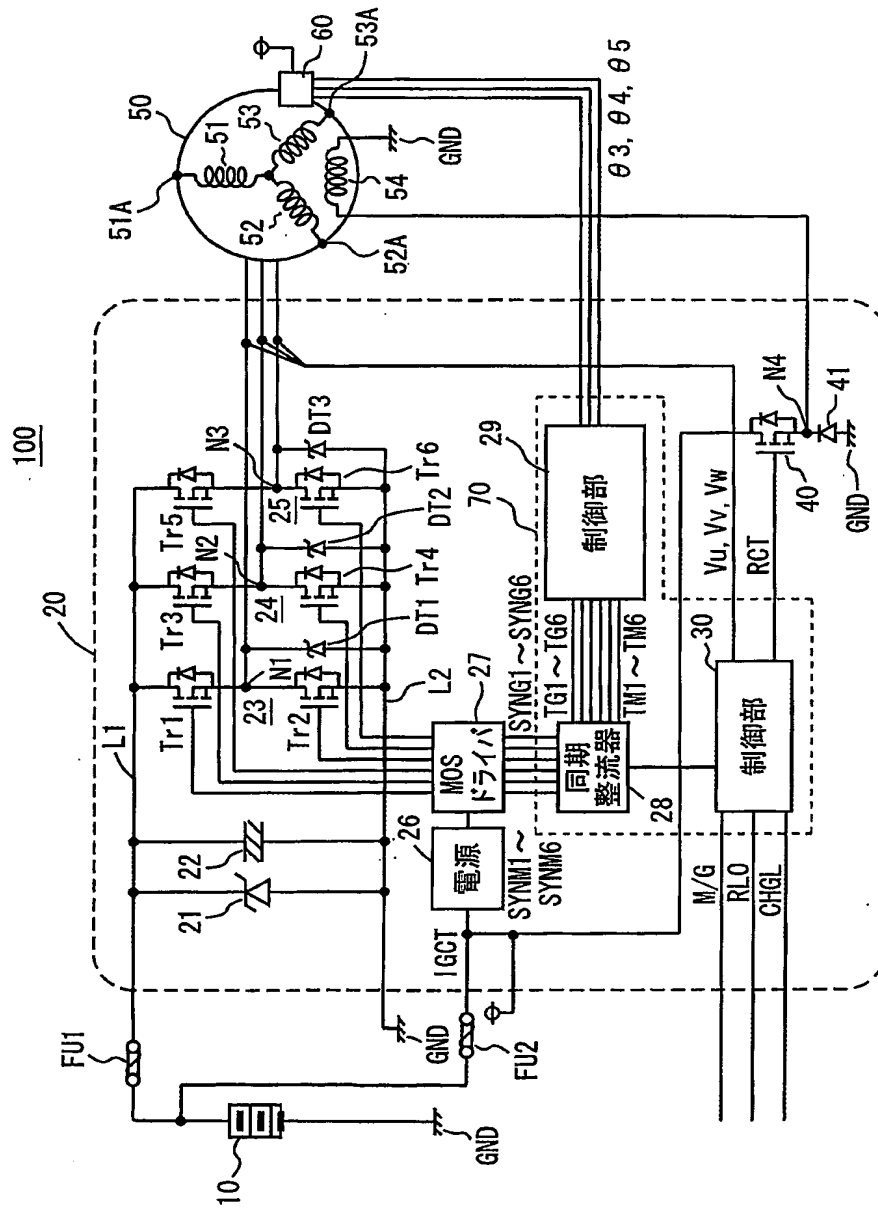


FIG. 10

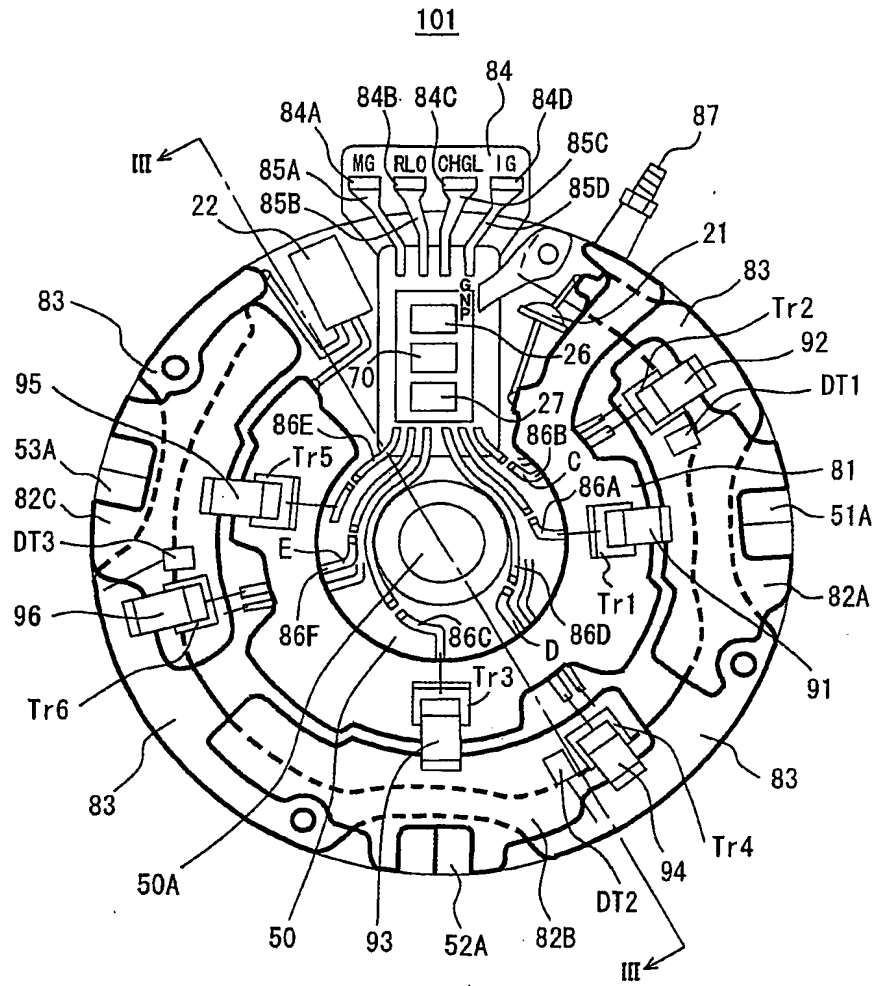


FIG. 11A

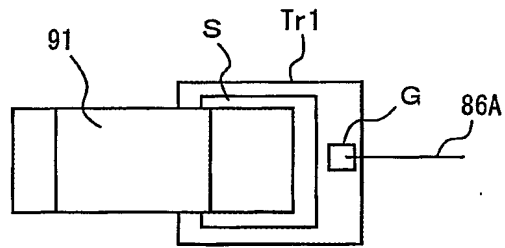


FIG. 11B

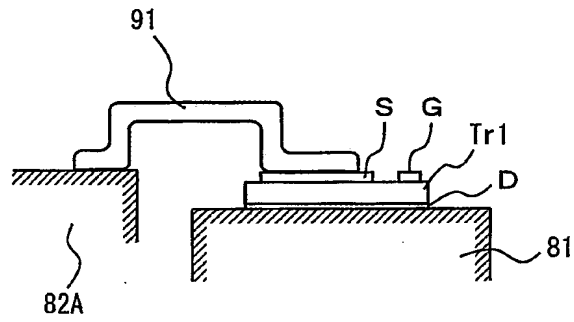


FIG. 12

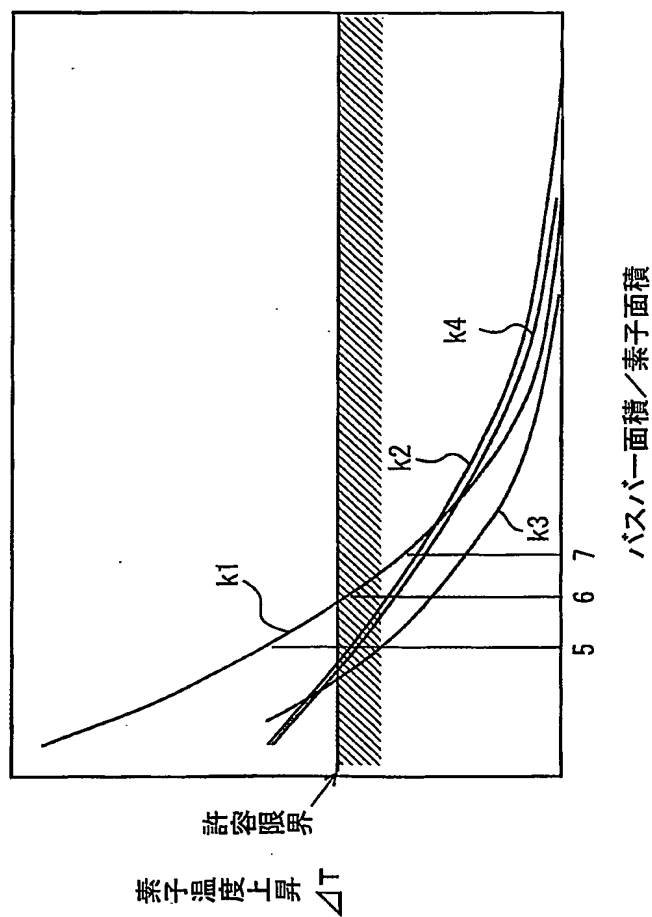


FIG. 13

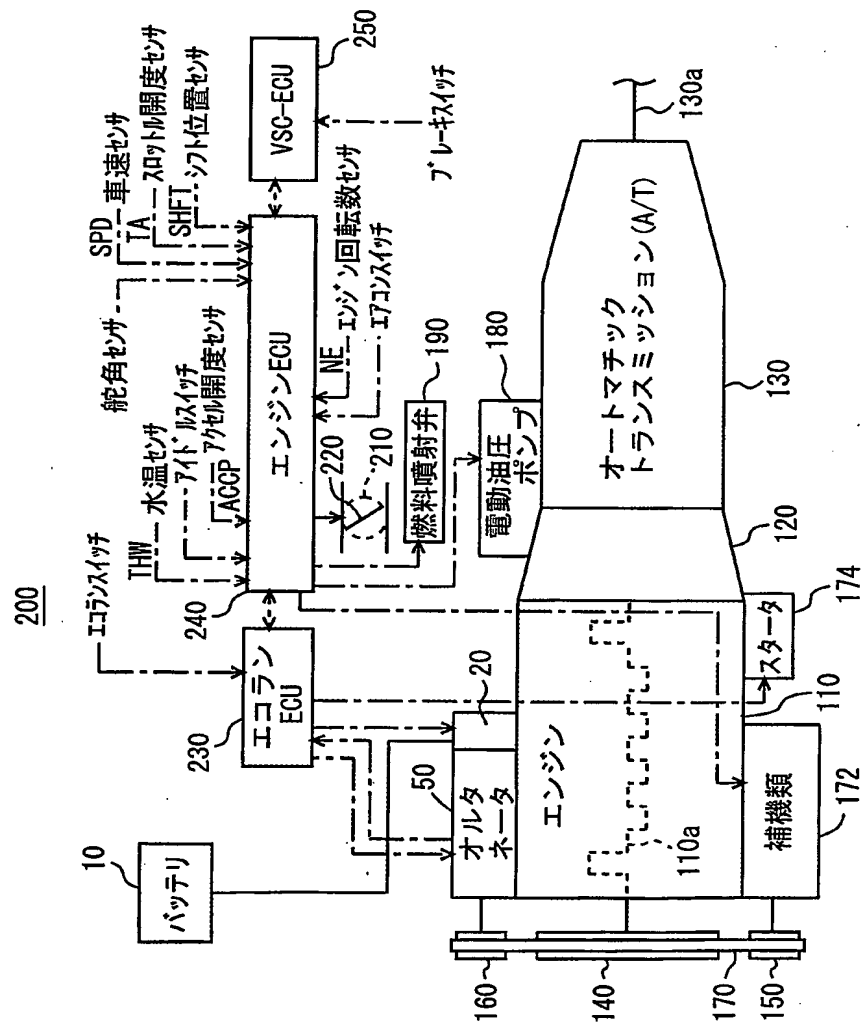


FIG. 14

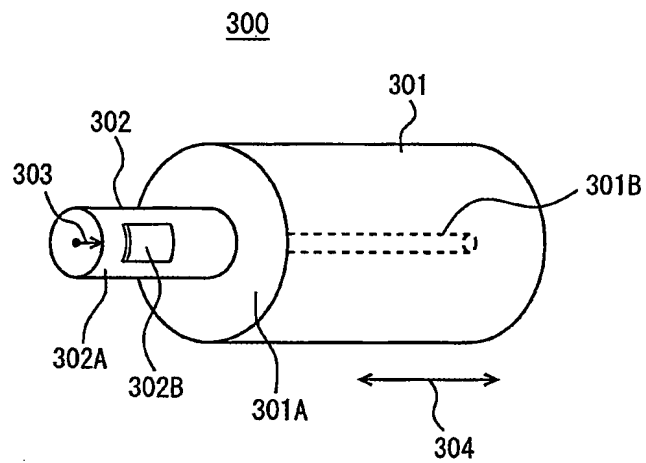


FIG. 15

